

10632374
12.22.03 1ページ

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-149219

(P2000-149219A)

(43)公開日 平成12年5月30日(2000.5.30)

(51)Int.Cl.

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テマコード(参考)

C 5 D 0 3 3

D

F

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平10-322629

(22)出願日

平成10年11月12日(1998.11.12)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美 (外2名)

Fターム(参考) 5D033 BA07 BA08 BA13 BA36 BA41

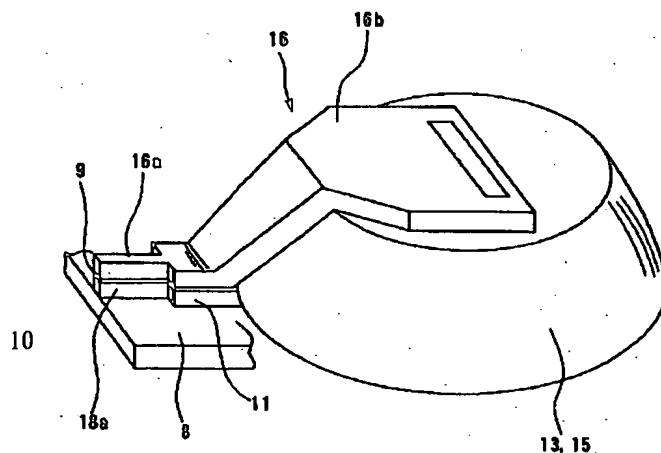
BB43 CA02 CA05 DA02 DA08

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と、十分なオーバーライト特性を得ることを可能にすると共に、スロットハイトの正確な制御を可能にする。

【解決手段】 下部磁極層のヨーク部分8の上に、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11とが形成されている。磁極部分18aと絶縁層11の境界によってスロットハイト決定される。また、磁極部分18aと絶縁層11は、記録ギャップ層9側に平坦な面を形成する。上部磁極層16は、記録トラック幅を決定する幅を有する磁極部分16aと、この磁極部分16aに磁気的に連結され、磁極部分16aよりも大きい幅を有するヨーク部分16bとを含む。磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界は、平坦な記録ギャップ層9の上に配置されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する 2 つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層からなる第 1 および第 2 の磁性層と、この第 1 および第 2 の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 1 の磁性層は、第 1 の磁極部分と、この第 1 の磁極部分に磁気的に連結される第 1 のヨーク部分とを含み、

前記第 2 の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第 2 の磁極部分と、この第 2 の磁極部分に磁気的に連結され、第 2 の磁極部分よりも大きい幅を有する第 2 のヨーク部分とを含み、

更に、前記第 1 の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を備え、

前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域は、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記第 2 のヨーク部分の第 2 の磁極部分側の端縁は、第 2 の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がっていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記所定の角度は、実質的に 90° であることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域は、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層との境界領域に対応する位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記第 1 の磁極部分と第 1 のヨーク部分は、別個の層からなることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分は、一つの層からなることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記薄膜コイルは、前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 前記薄膜コイルは、前記ギャップ層と前記第 1 のヨーク部分との間と前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に分割されて配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する 2 つの磁極

2

部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層からなる第 1 および第 2 の磁性層と、この第 1 および第 2 の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第 1 の磁極部分と、この第 1 の磁極部分に磁気的に連結される第 1 のヨーク部分とを含む第 1 の磁性層を形成すると共に、前記第 1 の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の磁極部分および前記絶縁層の上に、ギャップ層を形成する第 2 の工程と、

少なくとも一部が前記ギャップ層の上に配置されるように薄膜コイルを形成する第 3 の工程と、

前記ギャップ層および薄膜コイルの上に、第 2 の磁性層を形成する第 4 の工程とを含み、

前記第 2 の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第 2 の磁極部分と、この第 2 の磁極部分に磁気的に連結され、第 2 の磁極部分よりも大きい幅を有する第 2 のヨーク部分とを含み、

前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域を、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記第 4 の工程では、前記第 2 のヨーク部分の第 2 の磁極部分側の端縁が、第 2 の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるように、第 2 の磁性層を形成することを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 前記所定の角度を、実質的に 90° とすることを特徴とする請求項 10 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域を、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層との境界領域に対応する位置に配置することを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 前記第 1 の工程では、前記第 1 の磁極部分と第 1 のヨーク部分を、別個の層によって形成することを特徴とする請求項 9 ないし 12 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 14】 前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分を、一つの層によって形成することを特徴とする請求項 9 ないし 13 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 15】 前記第 3 の工程では、前記薄膜コイルを、前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に配置することを特徴とする請求項 9 ないし 14 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 16】 前記第 3 の工程では、前記薄膜コイル

10

20

30

40

50

3

を、前記ギャップ層と前記第1のヨーク部分との間と前記ギャップ層と前記第2のヨーク部分との間に分割して配置することを特徴とする請求項9ないし14のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記第1の工程では、第1の磁性層を形成した後に、絶縁層を形成し、その後、第1の磁性層および絶縁層の上面を平坦化处理することを特徴とする請求項9ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくとも書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR (Magnetoresistive) と記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。MR素子としては、異方性磁気抵抗（以下、AMR (Anisotropic Magnetoresistive) と記す。）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（以下、GMR (Giant Magnetoresistive) と記す。）効果を用いたGMR素子とがある。AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット／（インチ）²を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット／（インチ）²を超える再生ヘッドとして利用されている。

【0003】 再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料あるいは構造に変える方法や、MR膜のMRハイトを最適化する方法等がある。このMRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいい、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御されるものである。なお、ここにいうエアベアリング面は、薄膜磁気ヘッドの、磁気記録媒体と対向する面であり、トラック面とも呼ばれる。

【0004】 一方、再生ヘッドの性能向上に伴って、記録ヘッドの性能向上も求められている。記録ヘッドの性能を決定する要因としては、スロートハイト (Throat Height : TH) がある。スロートハイトは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。記録ヘッドの性能向上のためには、スロートハイ

4

トの縮小化が望まれている。このスロートハイトも、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御される。

【0005】 記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロンオーダーまで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要がある。これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0006】 ここで、図13ないし図18を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図13ないし図18において、(a) はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b) は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0007】 この製造方法では、まず、図13に示したように、例えばアルティック (Al₂O₃・TiC) よりなる基板101の上に、例えばアルミナ (Al₂O₃) よりなる絶縁層102を、約5μm程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を、2～3μmの厚みに形成する。

【0008】 次に、図14に示したように、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを70～100nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子105を形成すべき位置に選択的にフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えばイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子105を形成する。なお、MR素子105は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子105に電気的に接続される一対の電極層106を、数十nmの厚みに形成する。

【0009】 次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を、70～100nmの厚みに形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0010】 次に、図15に示したように、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼

10

20

30

40

50

5

下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を、約3～3.5 μm の厚みに形成する。次に、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を、0.2～0.3 μm の厚みに形成する。

【0011】次に、図16に示したように、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール119を形成する。次に、記録ギャップ層109の上に、スロートハイトを決定するフォトレジスト層110を、約2 μm の厚みで、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層110の上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を、約2 μm の厚みに形成する。

【0012】次に、図17に示したように、フォトレジスト層110およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を、約2 μm の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114の上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115上を平坦化するために、約250℃の温度で熱処理する。

【0013】ここで、コイル112、114とフォトレジスト層110、113、115で形成される山状に盛り上がった部分をエイベックス部という。また、このエイベックス部のエアベアリング面側の傾きをエイベックスアングルという。エイベックスアングルは、一般的に、45°～55°程度である。エイベックス部の上に、上部磁極層を形成することにより、記録トラックの形成が可能となる。

【0014】次に、図18に示したように、記録ギャップ層109、フォトレジスト層113、115の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えば高飽和磁束密度材のパーマロイ（NiFe）またはFeNよりなる上部磁極層116を、約0.5～1.0 μm の厚みに形成する。この上部磁極層116は、コンタクトホール119を介して、下部磁極層108と接触し、磁氣的に連結している。

【0015】次に、上部磁極層116をマスクとして、例えばイオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108の一部をエッチングする。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。図18（b）に示したように、上部磁極層116、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。このトリム構造によ

6

ば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0016】図19は、上述のようにして製造された薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図19では、オーバーコート層117を省略している。図19に示したように、上部磁極層116は、エアベアリング面120側に配置される磁極部分116aと、コイル112、114に対向する位置に配置されるヨーク部分116bとを有している。磁極部分116aの幅は、記録トラック幅を決定する。ヨーク部分116bにおける磁極部分116a側の一部は、磁極部分116a側ほど細くなるテーパ状に形成されている。このテーパ状の部分の外縁は、エアベアリング面120と平行な面に対して例えば45°をなしている。図中、符号108aは、トリム構造とするために下部磁極層108がエッチングされている部分を表している。

【0017】なお、以下の説明では、スロートハイトを決定する絶縁層のエアベアリング面側の端部の位置をスロートハイトゼロ位置と呼び、符号TH0で表す。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】近年、高い面密度記録を可能とするために、記録トラック幅、すなわち磁極部分の幅（以下、磁極幅と言う。）を小さくすることが要求されており、例えば0.5 μm のようなサブミクロンオーダあるいはそれ以下の幅が望まれている。このような狭い磁極幅を実現するための技術として、従来より、上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成するという技術がある。

【0019】ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、山状に盛り上がったコイル部分であるエイベックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。

【0020】ところが、エイベックス部と他の部分とでは、例えば7～10 μm 以上の高低差がある。このエイベックス部上に、フォトレジストを3～4 μm の厚みで塗布する。エイベックス部上のフォトレジストの膜厚が最低3 μm 以上必要であるとする、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイベックス部の下方では、例えば8～10 μm 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0021】上述のようにサブミクロンオーダの記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロンオーダの幅のフレームパターンを形成する必

7

要がある。上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成する場合でも、記録トラック幅がサブミクロンオーダになると、磁極部分だけでなくヨーク部分もサブミクロンオーダで形成することが必要になる。従って、エイベックス部上で、 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロンオーダの微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【0022】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【0023】このように、従来は、磁極幅がサブミクロンオーダになると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。また、上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成する場合でも、磁極部分に対応する位置に、精度よくヨーク部分を形成することが困難になるという問題点があった。

【0024】例えば、 $5 \sim 10 \text{ GB/ (インチ)}^2$ の高い面記録密度を有するような薄膜磁気ヘッドに対しては、スロートハイトが $0.6 \sim 0.9 \mu\text{m}$ で、記録トラック幅が $0.7 \sim 1.0 \mu\text{m}$ （実効磁気トラック幅が $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$ ）というような仕様が要求される。しかし、従来技術では、上述の理由により、磁極幅を、 $0.7 \sim 1.0 \mu\text{m}$ （実効磁気トラック幅が $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$ ）になるように制御することが困難であった。

【0025】また、従来は、図19に示したように、上部磁極層116の磁極部分116aとヨーク部分116bとの境界領域、すなわち上部磁極層116の幅が変化する部分を、スロートハイトゼロ位置TH0よりもエイベックス部側に配置していた。これは、エイベックス部の斜面上には、幅の広いヨーク部分116bを形成するのが困難だからである。以下、その理由について説明する。もし、エイベックス部の斜面上に、記録トラック幅よりも大きい幅のヨーク部分116bを形成すると、上部磁極層116の幅を、エイベックス部の根元の位置で、急に、ヨーク部分116bにおける広い幅から、サブミクロンオーダの記録トラック幅と同じ幅へ変化させなければならない。しかし、フォトリソグラフィを用いて上部磁極層116を形成する場合、このように幅を変えることは不可能であった。それは、フォトリソグラフィの露光時に、エイベックス部の斜面からの反射光によって、エイベックス部の根元の位置で、正確なフォトレジストパターンを得ることができないからである。従来は、エイベックス部の根元の位置がスロートハイトゼロ位置TH0であるため、スロートハイトゼロ位置TH0で、上部磁極層116の幅を急に変化させることができ

8

ないということになる。磁極部分116aの幅を正確に制御できるのは、スロートハイトゼロ位置TH0よりも、エアベアリング面120側へ $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 以上先の位置からである。

【0026】そのため、従来は、スロートハイトが長くなり、記録媒体上に既書き込んである上からさらにデータを重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性や、非線形トランジションシフト（NLTS）や、磁界の立ち上がりの時間を表すフラックスライズタイムと言われる書き込み特性を改善できないという問題点があった。

【0027】また、従来は、上部磁極層116の磁極部分116aとヨーク部分116bとの境界領域を、スロートハイトゼロ位置TH0よりもエイベックス部側に配置するので、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍で、上部磁極層116として十分な体積が得られず、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍で磁束が飽和してしまい、磁束が磁極部分の先端まで十分に到達することができなくなる現象が発生していた。その結果、例えば $0.8 \mu\text{m}$ の記録トラック幅（実効トラック幅が $1.0 \mu\text{m}$ ）では、オーバーライト特性を示す値が $15 \sim 20 \text{ dB}$ 程度と低い値となり、十分なオーバーライト特性を確保することができないという問題点があった。なお、オーバーライト特性としては、 $25 \sim 35 \text{ dB}$ 程度が必要である。

【0028】また、従来の薄膜磁気ヘッドでは、スロートハイトを決定しているのは、コイルを囲うフォトレジスト層であるが、このフォトレジスト層は、同一のウェハ内に形成される複数のヘッド素子において、正確に且つ均一にパターン配列がなされていない。その最大の理由は、このフォトレジスト層が熱処理の際に膨張したり、コイルのシード層をイオンミリングによってエッチングする際、スロートハイトを決めているフォトレジスト層まで一緒にエッチングされてしまうため、一列に配列された複数のヘッド素子について、スロートハイトを決めるフォトレジスト層の端部の位置を揃えることが困難だったためである。一列に配列された複数のヘッド素子間におけるパターンの整列誤差は、多いときには $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ も発生する。

【0029】そのため、従来は、サブミクロンオーダのスロートハイトが要求された場合には、ウェハより切り出され複数のヘッド素子が一列に配列されたバーに対してエアベアリング面の研磨加工を行う際に、ヘッド素子間でのスロートハイトの不均一性により多くの歩留り損が発生するという問題点があった。

【0030】なお、特開平8-877174号公報には、記録トラックの高密度化の手段として、コイルが形成される絶縁層の先端を、スロートハイトゼロ位置から後方ギャップ（上下の磁極層が接触する部分）に向けて少なくとも $3 \mu\text{m}$ 離れた位置に配置したり、コイルの開

9

始位置をスロートハイトゼロ位置から10 μ m以上離して配置した薄膜磁気ヘッドが提案されている。しかしながら、このような構造では、磁路長が長くなり、記録情報の周波数が高い場合に、十分な記録磁界の強度や立ち上がりの時間勾配を得ることができず、薄膜磁気ヘッドの特性が劣化するという問題点がある。

【0031】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と、十分なオーバーライト特性を得ることを可能にすると共に、スロートハイトの正確な制御を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、この第1および第2の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、第1の磁極部分と、この第1の磁極部分に磁気的に連結される第1のヨーク部分とを含み、第2の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、この第2の磁極部分に磁気的に連結され、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分とを含み、更に、第1の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を備え、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域は、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置されているものである。なお、本出願において、境界領域とは、2つの部分の境を示す領域を言い、2つの部分の境を示す線または断面のみならず、例えば一方の部分から他方の部分へ徐々に変化する場合において、その変化する領域を示す場合のように、ある程度の広がりを持つ領域も含む。

【0033】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、この第1および第2の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第1の磁極部分と、この第1の磁極部分に磁気的に連結される第1のヨーク部分とを含む第1の磁性層を形成すると共に、第1の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を形成する第1の工程と、第1の磁極部分および絶縁層の上に、ギャップ層を形成する第2の工程と、少なくとも一部がギャップ層の上に配置されるように薄

10

膜コイルを形成する第3の工程と、ギャップ層および薄膜コイルの上に、第2の磁性層を形成する第4の工程とを含み、第2の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、この第2の磁極部分に磁気的に連結され、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分とを含み、第4の工程では、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域を、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置するものである。

【0034】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層の第1の磁極部分と絶縁層とによって、スロートハイトが決定されると共に、ギャップ層側に平坦な面が形成される。そして、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分との境界領域が、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置される。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2のヨーク部分の第2の磁極部分側の端縁が、第2の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるようにする。所定の角度は、実質的に90°でであることが好ましい。

【0036】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域を、第1の磁極部分と絶縁層との境界領域に対応する位置に配置する。

【0037】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第1の磁極部分と第1のヨーク部分を、別個の層によって形成する。

【0038】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分を、一つの層によって形成する。

【0039】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、薄膜コイルを、ギャップ層と第2のヨーク部分との間に配置してもよいし、ギャップ層と第1のヨーク部分との間とギャップ層と第2のヨーク部分との間に分割して配置してもよい。

【0040】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、例えば、第1の工程では、第1の磁性層を形成した後、絶縁層を形成し、その後、第1の磁性層および絶縁層の上面を平坦化处理する。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【本発明の第1の実施の形態】まず、図1ないし図8を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図1ないし図6において、

(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示してい

11

る。

【0042】本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層2を、約 $5\mu\text{m}$ の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約 $3\mu\text{m}$ の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、図示しない

が、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、例えば $4\sim 6\mu\text{m}$ の厚みに形成し、例えばCMP (化学機械研磨) によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化する。

【0043】次に、図2に示したように、下部シールド層3の上に、例えばアルミナまたはチタ化アルミニウムを $70\sim 100\text{nm}$ の厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜4を形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子5を形成すべき位置に選択的にフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えばイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子5を形成する。なお、MR素子5は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜7を、 $70\sim 100\text{nm}$ の厚みに形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層 (以下、下部磁極層と記す。) のヨーク部分8を、約 $1.0\sim 1.5\mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。

【0044】次に、図3に示したように、ヨーク部分8の上に、磁性材料により、下部磁極層の磁極部分18aと、磁路形成のための磁性層18bを、 $2.0\sim 2.5\mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。磁極部分18は、エアベアリング面とは反対側の端部の位置が、MR素子5のエアベアリング面とは反対側の端部の位置の近傍にくるように形成する。磁極部分18aと磁性層18bは、NiFe (Ni: 80重量%, Fe: 20重量%) や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni: 45重量%, Fe: 55重量%) の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFe

12

N, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0045】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層11を、約 $3\sim 4\mu\text{m}$ の厚みで形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分18aと磁性層18bが露出するまで、絶縁層11を研磨して、表面を平坦化する。本実施の形態では、磁極部分18aと絶縁層11との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置TH0となる。

【0046】次に、図4に示したように、絶縁層11、磁極部分18aおよび磁性層18bの上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層9を、 $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ の厚みで形成する。記録ギャップ層9に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料がある。

【0047】次に、磁路形成のために、磁性層18bの上の部分において、記録ギャップ層9を部分的にエッチングしてコンタクトホール19を形成する。

【0048】次に、絶縁層11の上の部分において、記録ギャップ層9の上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル12を、 $1.5\sim 2.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0049】次に、図5に示したように、記録ギャップ層9およびコイル12の上に、フォトレジスト層13を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層13の上を平坦化するために、例えば 250°C の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層13の上に、第2層目の薄膜コイル14を、例えば $1.5\sim 2.0\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層13およびコイル14の上に、フォトレジスト層15を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層15の上を平坦化するために、例えば 250°C の温度で熱処理する。

【0050】次に、図6に示したように、記録ギャップ層9、フォトレジスト層13、15の上に、記録ヘッド用の磁性材料からなる上部磁極層16を、例えば約 $2\sim 4\mu\text{m}$ の厚みに形成する。この上部磁極層16は、コンタクトホール19を介して磁性層18bと接触し、磁氣的に連結している。上部磁極層16は、NiFe (Ni: 80重量%, Fe: 20重量%) や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni: 45重量%, Fe: 55重量%) の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層16を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

13

【0051】次に、上部磁極層16をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層9を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、 BCl_2 、 Cl_2 、 CF_4 、 SH_6 等のガスを用いた反応性イオンエッチング(RIE)が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の磁極部分18aを選択的に約0.3~0.6 μm 程度エッチングして、図6(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。次に、上部磁極層16の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層17を、20~40 μm の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0052】本実施の形態では、下部磁極層(8, 18a)が、本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層16が、本発明における第2の磁性層に対応する。

【0053】図7は、上述のようにして製造された本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図、図8は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。いずれの図でも、オーバーコート層17は省略している。なお、図7において、図中、符号18Aは、トリム構造とするために下部磁極層の磁極部分18aがエッチングされている部分を表している。

【0054】図7および図8に示したように、上部磁極層16は、エアベアリング面20側に配置される磁極部分16aと、コイル12, 14に対向する位置に配置されるヨーク部分16bとを有している。磁極部分16aの幅は、記録トラック幅を決定する。ヨーク部分16bの幅は、磁極部分16aの幅よりも大きくなっている。ヨーク部分16bにおける磁極部分16a側の一部は、磁極部分16a側ほど細くなるテーパ状に形成されている。

【0055】本実施の形態では、下部磁極層の磁極部分18aとこれに接する絶縁層11は、記録ギャップ層9側に平坦な面を形成する。また、磁極部分18aと絶縁層11との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置TH0となる。また、本実施の形態では、コイル12, 14を絶縁するためのフォトレジスト層13, 15によって形成されるエイベックス部の根元は、スロートハイトゼロ位置TH0よりも、エアベアリング面20とは反対側に、例えば2~3 μm 離れた位置に配置されている。

【0056】上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11によって形成される平坦な面に対向する位置、すなわち平坦な記録ギャップ層9の上に配置され

14

ている。本実施の形態では、特に、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11との境界領域に対応する位置、すなわちスロートハイトゼロ位置TH0に配置されている。

【0057】また、本実施の形態では、上部磁極層16のヨーク部分16bの磁極部分16a側の端縁は、磁極部分16aの端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がっている。所定の角度は、実質的に90°であるのが好ましい。ここで、「実質的に90°」というのは、上部磁極層16のパターニングの際の設計値が90°という意味であり、フォトレジストパターンのくずれ等により90°から多少ずれた場合も含む。

【0058】このように、本実施の形態では、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域が平坦な面の上に配置されるので、記録トラック幅を決める磁極部分16aを精度よく形成することができる。また、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域の位置が、エイベックス部の根元から2~3 μm 程度離れているので、磁極部分16aを形成するためのフォトレジストパターンに対する、フォトリソグラフィ工程におけるエイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光の影響も少なくなり、この点からも、磁極部分16aを精度よく形成することが可能となる。従って、本実施の形態によれば、記録トラック幅がサブミクロンオーダーあるいはそれ以下に小さくなくても、磁極幅の正確な制御が可能となる。

【0059】また、本実施の形態では、上部磁極層16のヨーク部分16bの磁極部分16a側の端縁は、磁極部分16aの端縁に対して、所定の角度、好ましくは90°をなして、幅方向外側へ広がっている。これにより、本実施の形態によれば、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅のより正確な制御が可能となる。その理由を、以下で説明する。

【0060】上部磁極層16を形成する際には、フォトリソグラフィ工程によって、マスクを用いてフォトレジストを選択的に露光してパターニングする。その場合、従来は、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光が問題となっていた。本実施の形態では、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍において、端縁が幅方向外側に広がるように、上部磁極層16を形成する。そのため、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光の大部分は、幅方向外側に広がる端縁の位置から、磁極部分16aを形成するための領域へ到達しなくなり、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光が磁極部分16aを形成するための領域に与える影響を低減できる。その結果、磁極部分16aを形成するための領域におけるフォトレジストパターンの幅が広がるのを抑制することができる。

【0061】このようにして、本実施の形態によれば、

15

磁極幅を小さくした場合においても、一定の幅を有する磁極部分 16 a を精度よく形成することができる。

【0062】また、本実施の形態では、スロートハイトは、コイルを囲うフォトレジスト層ではなく、下部磁極層の磁極部分 18 a とアルミナ等を用いた絶縁層 11 との境界領域で決まる。磁極部分 18 a は、例えばめっき法によるパターニングにより正確に形成することができる。従って、ウェハ内で一列に配列された複数のヘッド素子について、スロートハイトを均一にすることができる。また、コイルを絶縁するためのフォトレジスト層の熱処理の際に、磁極部分 18 a は膨張することがない。更に、磁極部分 18 a は絶縁層 11 によって周囲が囲われているので、コイルのシード層をイオンミリングによってエッチングする際に、磁極部分 18 a が変形することもない。従って、磁極部分 18 a と絶縁層 11 との境界領域の位置が変動することがない。このように本実施の形態によれば、サブミクロンオーダあるいはそれ以下のオーダのスロートハイトが要求された場合でも、スロートハイトを均一に精度よく形成することが可能となり、製品の歩留りを向上させることができる。

【0063】また、本実施の形態によれば、上部磁極層 16 の磁極部分 16 a とヨーク部分 16 b との境界領域をスロートハイトゼロ位置 TH0 に配置したので、スロートハイトゼロ位置 TH0 の近傍における磁性層の体積を大きくすることができ、スロートハイトゼロ位置 TH0 の近傍における磁束の飽和を防止することが可能となる。そのため、本実施の形態によれば、磁極幅を小さくした場合においても十分なオーバーライト特性を得ることができる。特に、上部磁極層 16 の磁極部分 16 a と下部磁極層の磁極部分 18 a を高飽和磁束密度材を用いて形成することにより、磁束が途中で飽和することなく、有効に磁極部分に到達することになり、起磁力の損失の少ない効率的な記録ヘッドを実現することができる。

【0064】また、本実施の形態によれば、1つの層で微細な上部磁極層 16 を形成することができるので、製造コストを低減することができる。

【0065】また、本実施の形態によれば、コイル 12、14 と下部磁極層のヨーク部分 8 との間に、薄く且つ十分な絶縁耐圧が得られる無機系の絶縁層 11 が設けられているので、コイル 12、14 と下部磁極層との間の絶縁性を向上させることができ、歩留りを向上させることができると共に、コイル 12、14 からの磁束の漏れを低減することができる。

【0066】ところで、従来は、コイルの下側に配置されてスロートハイトを決定するフォトレジストパターンの傾斜部の存在によって、コイルの外周端とスロートハイトゼロ位置との間の距離が大きくなっていた。これに対して、本実施の形態によれば、コイル 12 が、平坦な記録ギャップ層 9 の上に形成されているので、上述のよ

16

うにコイルの外周端とスロートハイトゼロ位置との間の距離が大きくなることはない。そのため、本実施の形態によれば、磁路長を短くすることができ、コイルの下側に、スロートハイトを決定するフォトレジストパターンが存在する場合に比べて、例えば 20% 程度、磁路長を短くすることが可能となる。その結果、高周波特性を向上させることが可能となる。

【0067】[本発明の第 2 の実施の形態] 次に、図 9 ないし図 12 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、図 9 ないし図 12 において、

(a) はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b) は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0068】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、図 9 に示したように、下部磁極層のヨーク部分 8 の形成までの工程は、第 1 の実施の形態と同様である。本実施の形態では、その後、図 10 に示したように、ヨーク部分 8 の上に、磁性材料により、下部磁極層の磁極部分 18 a と、磁路形成のための磁性層 18 b を、2.0~2.5 μm の厚みで、選択的に形成する。

【0069】次に、ヨーク部分 8 の上に、例えばアルミナよりなる絶縁層 11 a を、約 0.3~0.7 μm の厚みに形成する。次に、絶縁層 11 a の上に、第 1 層目の薄膜コイル 12 を、1.5~2.0 μm の厚みに形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層 11 を、約 3~5 μm の厚みで形成する。次に、例えば CMP によって、磁極部分 18 a と磁性層 18 b が露出するまで、絶縁層 11 を研磨して、表面を平坦化する。本実施の形態では、磁極部分 18 a と絶縁層 11 a との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置 TH0 となる。

【0070】次に、図 11 に示したように、絶縁層 11、磁極部分 18 a および磁性層 18 b の上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層 9 を、0.2~0.3 μm の厚みで形成する。次に、磁路形成のために、磁性層 18 b の上の部分において、記録ギャップ層 9 を部分的にエッチングしてコンタクトホール 19 を形成する。次に、記録ギャップ層 9 の上に、第 2 層目の薄膜コイル 14 を、例えば 1.5~2.0 μm の厚みに形成する。

【0071】次に、図 12 に示したように、記録ギャップ層 9 およびコイル 14 の上に、フォトレジスト層 15 を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層 15 の上を平坦化するために、例えば 250°C の温度で熱処理する。

【0072】次に、記録ギャップ層 9、フォトレジスト層 15 の上に、記録ヘッド用の磁性材料からなる上部磁極層 16 を、例えば約 2~4 μm の厚みに形成する。この上部磁極層 16 は、コンタクトホール 19 を介して磁性層 18 b と接触し、磁氣的に連結している。

【0073】次に、上部磁極層 16 をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層 9 を選択的にエ

17

ッチングする。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の磁極部分18aを選択的に約0.3~0.6 μm 程度エッチングして、図12(b)に示したようなトリム構造とする。次に、上部磁極層16の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層17を、20~40 μm の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0074】本実施の形態においても、上部磁極層16は、エアベアリング面側に配置される磁極部分16aと、コイル12、14に対向する位置に配置されるヨーク部分16bとを有している。磁極部分16aおよびヨーク部分16bの形状は、第1の実施の形態と同様である。

【0075】本実施の形態では、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11a、11は、記録ギャップ層9側に平坦な面を形成する。また、磁極部分18aと絶縁層11aとの境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置TH0となる。また、本実施の形態では、コイル14を絶縁するためのフォトレジスト層15によって形成されるエイベックス部の根元は、スロートハイトゼロ位置TH0よりも、エアベアリング面とは反対側に、例えば2~3 μm 離れた位置に配置されている。

【0076】上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11a、11によって形成される平坦な面に対向する位置、すなわち平坦な記録ギャップ層9の上に配置されている。本実施の形態では、特に、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11aとの境界領域に対応する位置、すなわちスロートハイトゼロ位置TH0に配置されている。

【0077】本実施の形態によれば、第1の実施の形態に比べて、エイベックス部の高さが低くなるので、上部磁極層16をより精度よく形成することが可能となる。

【0078】また、本実施の形態によれば、第1層目のコイル12と第2層目のコイル14との間に、記録ギャップ層9と任意の膜厚で形成可能な絶縁層11とを介挿することができるので、これらのコイル12、14間の絶縁耐圧を大きくすることができる。

【0079】また、本実施の形態によれば、CMP工程が少ないと共に、一つの層で微細な上部磁極層16を形成することができるので、製造コストを低減することができる。

【0080】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0081】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、上記各実施

18

の形態では、上部磁極層16を一つの層で形成したが、磁極部分16aとヨーク部分16bとを別個の層で形成してもよい。

【0082】また、上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型磁気変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0083】つまり、基体側に書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。この場合、誘導型磁気変換素子の上部磁極層とMR素子の下部シールド層を兼用させることが好ましい。

【0084】なお、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、凹部を形成した基体を用いることが好ましい。そして、基体の凹部に、コイル部を形成することによって、薄膜磁気ヘッド自体の大きさをさらに縮小化することができる。

【0085】更に、異なる形態としては、誘導型磁気変換素子のコイル部を構成する各薄膜コイル間に形成される絶縁層を、全て無機絶縁層としてもよい。

【0086】また、本発明は、誘導型磁気変換素子のみを備え、この誘導型磁気変換素子によって読み取りと書き込みを行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項9ないし17のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の磁性層の第1の磁極部分と絶縁層とによってスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成し、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分との境界領域を、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置したので、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と十分なオーバーライト特性を得ることが可能となると共に、平坦な面を形成する第1の磁極部分と絶縁層によってスロートハイトを決定するので、スロートハイトの正確な制御が可能になるという効果を奏する。

【0088】また、請求項2または3記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項10または11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2のヨーク部分の第2の磁極部分側の端縁が、第2の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるようにしたので、

10

20

30

40

50

19

更に、より磁極幅の正確な制御が可能になるという効果を奏する。

【0089】特に、請求項3記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、所定の角度を実質的に 90° としたので、より一層磁極幅の正確な制御が可能となるという効果を奏する。

【0090】また、請求項6記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分を一つの層で形成するようにしたので、更に、製造コストを低減できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】図11に続く工程を説明するための断面図である。

【図13】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図14】図13に続く工程を説明するための断面図である。

【図15】図14に続く工程を説明するための断面図である。

【図16】図15に続く工程を説明するための断面図である。

【図17】図16に続く工程を説明するための断面図である。

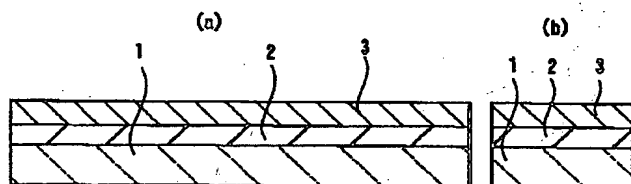
【図18】図17に続く工程を説明するための断面図である。

【図19】従来の薄膜磁気ヘッドの平面図である。

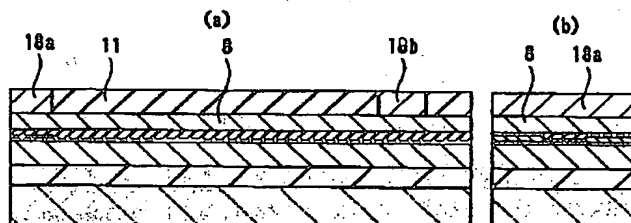
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…ヨーク部分、9…記録ギャップ層、11…絶縁層、12、14…薄膜コイル、16…上部磁極層、16a…磁極部分、16b…ヨーク部分、17…オーバーコート層、18a…磁極部分。

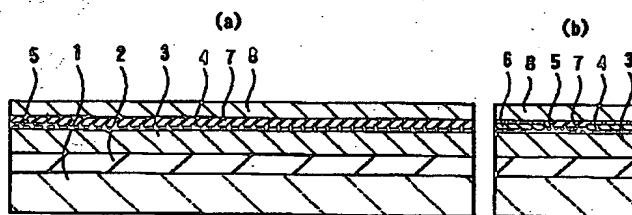
【図1】



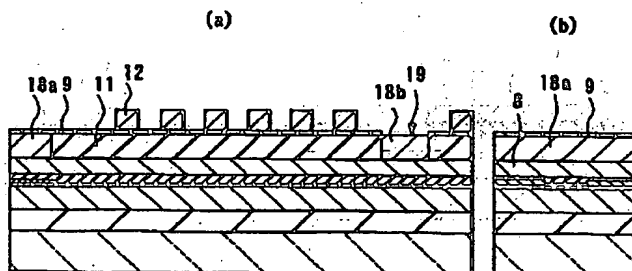
【図3】



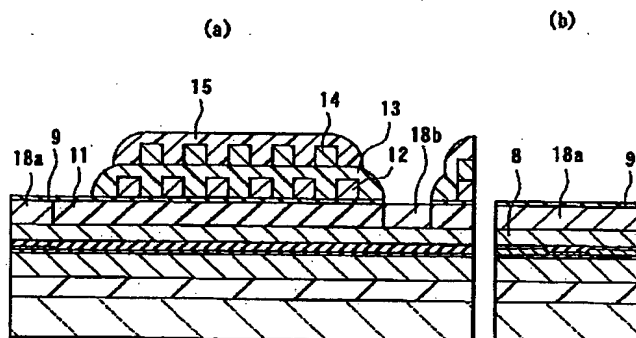
【図2】



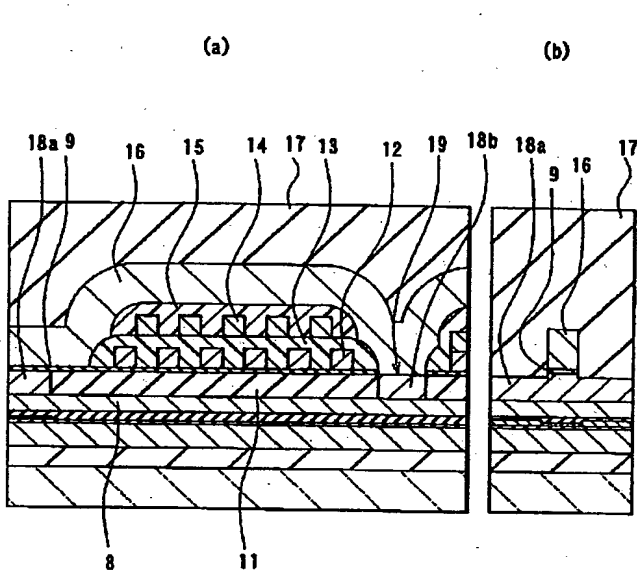
【図4】



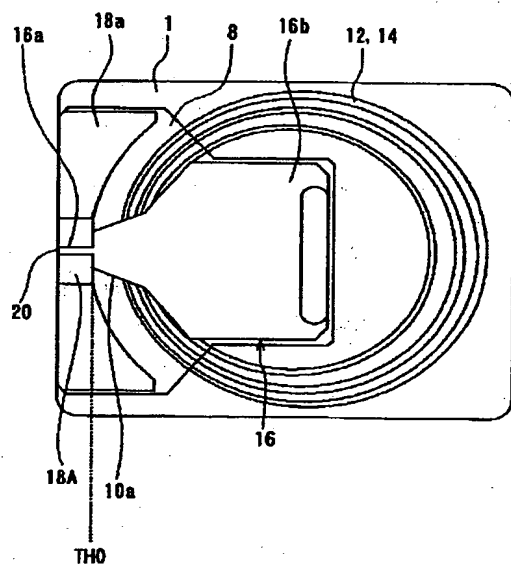
【図 5】



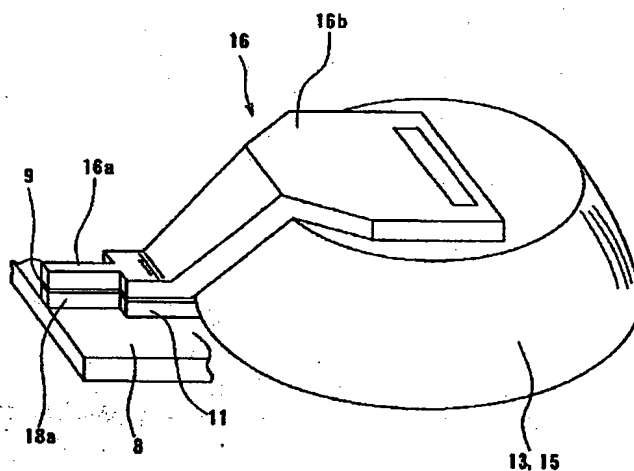
【図 6】



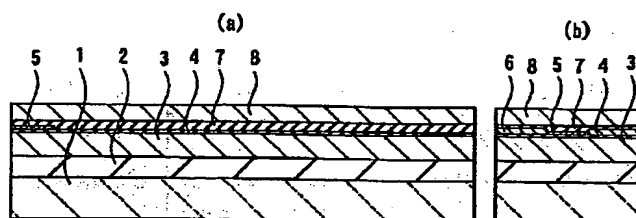
【図 7】



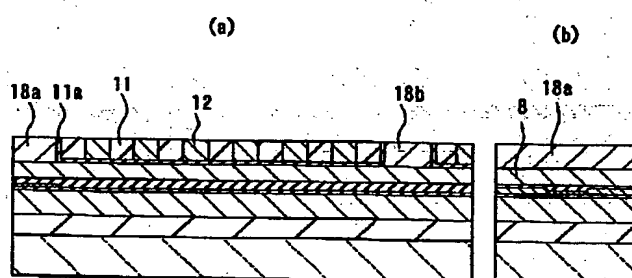
【図 8】



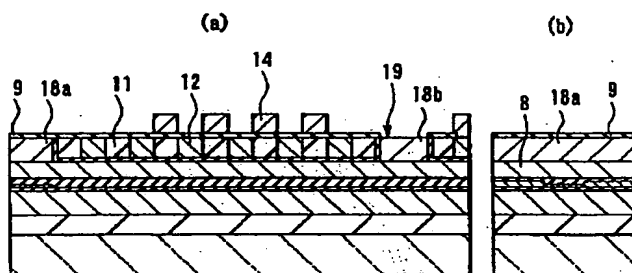
【図 9】



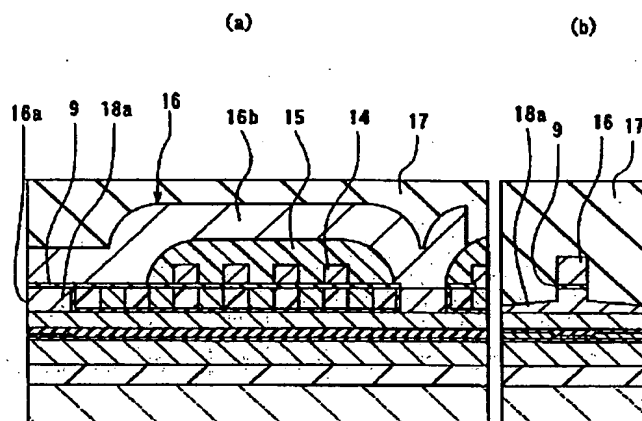
【図 10】



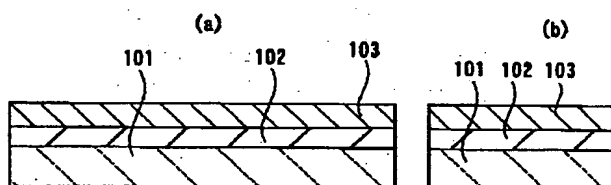
【図 11】



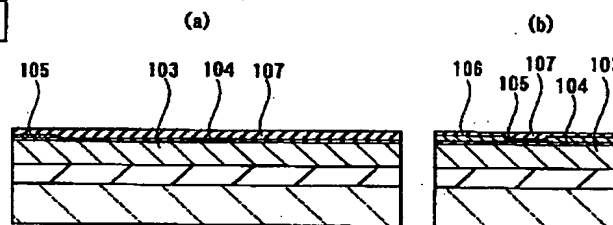
【図 12】



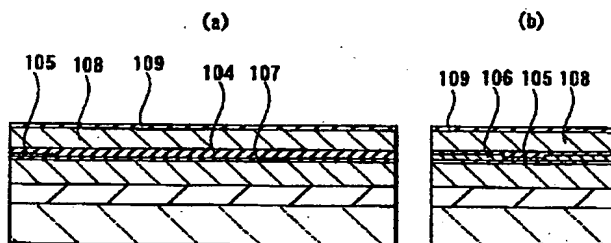
【図 13】



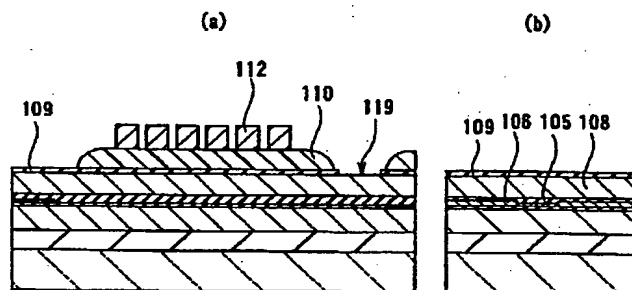
【図 14】



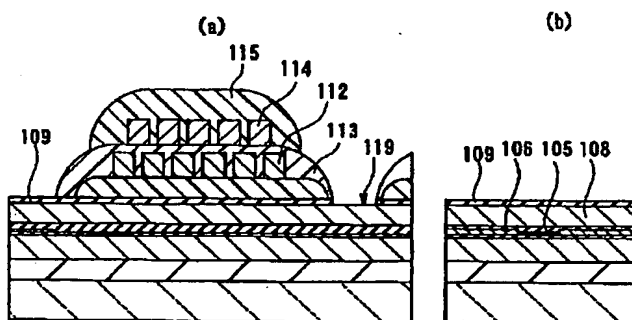
【図 15】



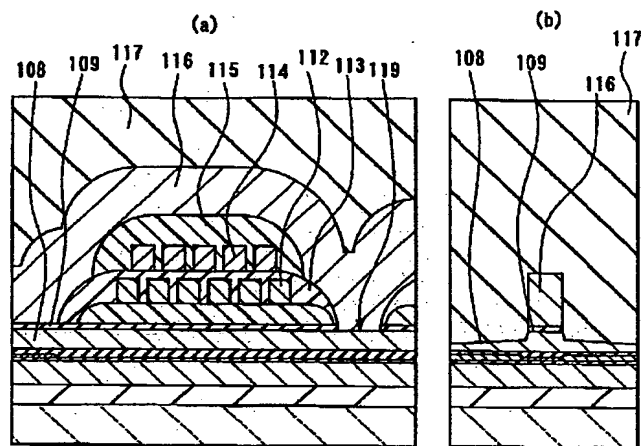
【図 16】



【図 17】



【図18】



【図19】

